

Verwendung inerter, poröser Materialien zur Reduzierung des
Salzgehalts in wässrigen Lösungen sowie Verfahren und
Vorrichtung hierfür

Gegenstand der vorliegenden Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Verwendung inerter, poröser Materialien zur Reduzierung des Salzgehalts in wässrigen Lösungen, und insbesondere zur Entsalzung von Meerwasser. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein entsprechendes Verfahren unter Verwendung dieser Materialien. Überdies hat die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Gegenstand, die in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden kann.

Stand der Technik

Als Verfahren zur Entsalzung von (Meer)wasser sind die Umkehrosmose oder das Verdampfen von salzhaltigem Wasser bekannt. Nachteilig ist jedoch der hohe Energieaufwand dieser Verfahren. So muss bei dem osmosischen Verfahren ein Druck von mehr als 50 bar angewendet werden, und für das Verdampfen von Wasser beträgt die thermische Energie, die aufgebracht werden muss, 2200 kJ/kg Wasser.

Aus DE 100 22 798 sind inerte, poröse Materialien zur Speicherung von Wasser bekannt, die eine Porosität von größer 60 % und Poren, von denen mehr als 70 % eine Porengröße von 0,1 bis 15 µm aufweisen, besitzen. Die Körner zeigen typischerweise eine Korngröße von 1 bis 15 mm, und das Material weist in seiner Schüttung eine Schütttdichte von 0,2 bis 1,0 g/cm³ und eine Schüttoberfläche von 350 bis 1500 m²/l

auf. DE 100 22 798 lehrt jedoch nicht, dass diese Materialien zur Entsalzung von Meerwasser eingesetzt werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Reduzierung des Salzgehaltes in wässrigen Lösungen und insbesondere zur Entsalzung von Meerwasser bereitzustellen, bei denen im Vergleich zu den Verfahren des Standes der Technik weniger Energie aufgewendet werden muss.

Zusammenfassung der Erfindung

Die obige Aufgabe wird durch die Verwendung eines inerten, porösen Materials, wie es im Patentanspruch 1 beschrieben ist, zur Reduzierung des Salzgehaltes wässriger Lösungen gelöst. Die abhängigen Patentansprüche 2 bis 9 betreffen bevorzugte Ausführungsformen eines solchen Materials.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zum Reduzieren des Salzgehaltes (Entsalzen) wässriger Lösungen unter Verwendung eines solchen inerten, porösen Materials, wie es in dem unabhängigen Patentanspruch 10 beschrieben ist. Die bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Patentansprüchen 11 bis 13 dargelegt.

Eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Vorrichtung ist schließlich im unabhängigen Patentanspruch 14 dargelegt. Die bevorzugten Ausführungsformen dieser Vorrichtung sind den Patentansprüchen 15 und 16 zu entnehmen.

Beschreibung der Zeichnung

Die Figur stellt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dar.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

1. Definitionen

1.1 Unter einem "inerten" Material im Sinne der vorliegenden Erfindung versteht man ein Material, welches in Wasser bzw. wässrigen Lösungen weder löslich ist noch chemische Reaktionen eingeht. Insbesondere ist das Material auch unter den Betriebsbedingungen des erfindungsgemäßen Verfahrens weder löslich noch chemisch reaktiv.

1.2 Soweit nicht ausdrücklich vermerkt, verwendet die vorliegende Beschreibung die Begriffe "Pore", "porös" und "Porosität" im Sinne offener Porosität. Diese Begriffe beziehen sich also auf Poren, die von außen zugänglich sind.

1.3 Die "spezifische Oberfläche" wird über die Stickstoffadsorption nach der BET-Methode gemäß DIN 66131 bestimmt.

1.4 Die zugängliche (offene) "Porosität" wird anhand der Quecksilberporosimetrie nach DIN 66133 ermittelt.

1.5 Die "Korngröße" wird durch Siebanalyse nach DIN 53477 ermittelt.

1.6 Die "Porosität" ist definiert durch die Formel (I),

$$P = V * 100\% / (1/S + V) \quad (I)$$

wobei P die Porosität [cm^3/g] bezeichnet, S für die wahre Dichte [g/cm^3] und V für das spezifische Porenvolumen [cm^3/g] stehen.

1.7 Das "spezifische Porenvolumen" wird mittels Quecksilberporosimetrie nach DIN 66133 ermittelt. Bei der Messung des spezifischen Porenvolumens nach der

Quecksilberporosimetrie wird die in die Probe eingedrungene Menge an Quecksilber ermittelt und der dazu benötigte Druck. Mittels dieser Daten wird anhand der bekannten Kapillarkräfte des Quecksilbers das Porenvolumen und Porengröße bestimmt. Aufgrund dessen, dass das Quecksilber nur in zugängliche Poren eindringen kann wird auch nur die offene Porosität bei der Messung erfaßt.

1.8 Die "wahre Dichte" (Feststoffdichte) wird erhalten durch Messung nach DIN 66137-2

1.9 Die "Wasseraufnahmekapazität" des porösen Materials wird nach DIN 19683 bestimmt.

1.10 Die "Volumenzunahme" des Materials in Gegenwart von Wasser wird bestimmt durch Messung der Zunahme des Teilchendurchmessers mittels Siebanalyse vor und nach der Tränkung des Materials mit Wasser bis zur Sättigung.

2. Poröses Material

Die chemische Struktur und Zusammensetzung des inerten, porösen Materials sind nicht näher festgelegt. Es ist jedoch notwendig, dass das Material die im nachstehenden Patentanspruch 1 bestimmten Eigenschaften aufweist.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es entscheidend, ein Material auszuwählen, mit welchem ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird. Hierfür ist eine große, spezifische Oberfläche erforderlich, die über das Porenvolumen und die Porengröße eingestellt wird. Dabei gilt, je kleiner die Poren, desto größer die Oberfläche. Gleichzeitig weisen aber kleinere Poren größere Kapillarkräfte auf, wodurch das Wasser fester im porösen Material gebunden ist und nicht so leicht verdampft werden kann. Porengröße und spezifische Oberfläche sind damit gegenläufige Größen und es muss ein idealer Bereich gefunden

werden, bei dem die Oberfläche so groß ist, dass ein sehr guter Wirkungsgrad erreicht wird, aber gleichzeitig die Kapillarkräfte der Poren nicht so groß sind, dass der Übergang des Wassers in die Gasphase viel Energie erfordert. Das poröse Material wird weiterhin in Form von Körnern verwendet und in dem erfindungsgemäßen Verfahren als Schüttung eingesetzt. Sind die Körner zu klein, wird der Druckverlust (Durchströmwiderstand) zu hoch, während bei zu großen Körnern die Kontaktzeit des porösen Materials mit der Luft nur sehr kurz ist und so wenig Wasser in die Gasphase übergeht.

Gemäß der Erfindung werden die obigen Anforderungen durch ein inertes Material gelöst, das die folgenden Charakteristika aufweist:

- eine spezifische Oberfläche von 10 bis 10 000 m²/L,
- eine Porosität von 10 bis 80 %,
- Poren, von denen mindestens 50 % eine Porengröße zwischen 0,1 und 1000 µm aufweisen,
- Körner, von denen mehr als 50 % eine Korngröße von 0,1 bis 50 mm zeigen, und
- eine Wasseraufnahmekapazität von mindestens 10 % seines Eigengewichts.

Bevorzugt sind hierbei Materialien, deren spezifische Oberfläche 250 bis 2500 m²/L beträgt. Ebenso werden vorteilhafterweise Materialien eingesetzt, bei denen mindestens 80% der Poren in einem Größenbereich von 0,5 bis 100 µm liegen. Es ist ebenfalls bevorzugt, wenn 90 % des Materials eine Korngröße von 0,1 bis 50 mm aufweist.

Bevorzugt ist überdies die Verwendung eines Materials, dessen (offene) Porosität 40 bis 80 % beträgt.

Bevorzugt ist das Material ein nichtmetallisches anorganisches Material. Insbesondere bevorzugt sind

keramische Materialien, die sich durch ihre hohe Porosität und chemische Beständigkeit auszeichnen.

Ein besonders bevorzugtes Material ist in DE 100 22 798 offenbart.

Als weitere Materialien, die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet sind, können Zeolithen, Aktivkohle, Tongranulate, porose Kunststoffe, Schwämme (natürliche und künstliche) und poröse silikatische Materialien genannt werden.

Falls das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt wird, dass das mit Wasser getränktes Material von Luft durchströmt wird, ist es überdies bevorzugt, das poröse Material so auszuwählen, dass es in der Schüttung zu keinem Druckabfall führt. Diese Eigenschaft wird beispielsweise erfüllt, wenn ein körniges Material eingesetzt wird, dessen einzelne Körner möglichst unregelmäßig geformt sind. Eine igelige Struktur des Materials ist in diesem Zusammenhang von besonderem Vorteil.

Hilfreich ist auch, wenn das Material eine möglichst enge Korngrößenverteilung aufweist, so dass die zwischen den Körnern gebildeten Lücken nicht durch kleinere Bestandteile des Materials ausgefüllt werden können.

Vorteilhafterweise sollte für die Erfüllung des geringen Druckabfalls auch die Volumenzunahme des inerten Materials in Gegenwart von Wasser weniger als 10% betragen. Bevorzugt werden Materialien ohne Volumenzunahme.

3. Verfahren

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren, welches die Reduzierung des Salzgehalts in wässrigen Lösungen ermöglicht. Das der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende

Prinzip beruht hierbei auf einer Vergrößerung der Oberfläche der wässrigen Lösung, die mit der Luft in Kontakt gebracht werden kann, um somit eine schnelle Verdampfung des Wassers ohne hohen zusätzlichen Energieaufwand zu gewährleisten. Gleichzeitig ist es von Vorteil, die Durchströmbarkeit des getränkten porösen Materials zu erhalten, damit der zur Überwindung des bei der Durchströmung des Materials auftretenden Druckabfalls benötigte Energiebedarf in Grenzen gehalten werden kann.

Die wesentlichen Schritte dieses Verfahrens sind

- (a) In Kontakt bringen der salzhaltigen wässrigen Lösung mit dem in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 definierten inerten, porösen Material;
- (b) In Kontakt bringen des porösen, mit der wässrigen Lösung getränkten Materials mit Luft einer Temperatur von 10 bis 80°C;
- (c) Transportieren der angereicherten Luft aus Schritt (b) in einen Kondensationsraum, wobei die Luft auf 5 bis 40°C, jedoch um mindestens 5 °C abgekühlt wird;
- (d) Auskondensieren des in der Luft aufgenommenen Wassers im Kondensationsraum; und
- (e) Auffangen des auskondensierten Wassers.

3.1 In Schritt (a) wird das oben näher erläuterte poröse Material mit der salzhaltigen wässrigen Lösung getränkt.

Die Menge an zugeführter wässriger Lösung ist grundsätzlich nicht festgelegt. Sie wird idealerweise so gewählt werden, dass die gesamte von der Luft erreichbare Oberfläche des porösen Materials während der gesamten Laufzeit des Verfahrens benetzt ist. Insbesondere bei kontinuierlicher

Durchführung des Verfahrens sollte vorzugsweise die zugeführte Menge der Menge an Wasser entsprechen, die durch die Luft aufgenommen und abtransportiert wird.

Die zugeführte Menge an salzhaltiger wässriger Lösung sollte vorzugsweise überdies nicht so hoch liegen, dass nicht die gesamte Menge von dem porösen Material aufgenommen werden kann. Eine derartige Übersättigung des porösen Materials kann zu einer Verringerung der Kontaktfläche zwischen wässriger Lösung und Luft führen, und damit zu einer Reduzierung der Effizienz des Verfahrens.

Die Zuführung der wässrigen Lösung kann sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich durchgeführt werden. Es sollte vorzugsweise darauf geachtet werden, dass kein Bereich des Materials vollständig austrocknet, da dies zu dem Auskristallisieren von Salz auf dem Material führt. In einem derartigen Fall ist es jedoch möglich, auskristallisiertes Salz durch Spülen mit salzhaltigem oder salzfreiem Wasser zu entfernen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die zuzuführende wässrige Lösung vor oder während des Schrittes (a) durch Sonneneinstrahlung erwärmt.

3.2 In Schritt (b) wird das mit der wässrigen Lösung getränktes Material mit Luft in Kontakt gebracht, damit das Wasser in der Luft aufgenommen wird.

Hierbei ist es sowohl möglich, die Luft über das getränktes poröse Material zu führen, als auch sie durch ein Haufwerk des getränkten porösen Materials hindurchzuleiten. Letztere Variante hat den Vorteil, dass eine größere Kontaktfläche Luft/poröses Material pro Flächeneinheit der Anlage erzielbar ist, so dass sich das Verfahren effizienter gestalten lässt. Das Überströmen des getränkten porösen Materials sollte sich dagegen durch einen geringeren apparativen Aufwand

auszeichnen. In diesem Fall ist überdies nicht mit einem erhöhten Energiebedarf zur Überwindung des Druckabfalls zu rechnen, wie er beim Durchleiten von Luft durch besonders kompakte Haufwerke zu erwarten ist.

Die Temperatur der Luft liegt in diesem Schritt bei 10 bis 80°C, bevorzugt bei 30 bis 60°C. Grundsätzlich sollte die Temperatur der Luft möglichst hoch gewählt sein, um so die Abdampfrate und auch die Gesamtmenge an in der Luft aufgenommenem Wasser zu maximieren. Andererseits erfordert ein separates Aufheizen der Luft zusätzliche Energie, die sich in der Energiebilanz des gesamten Verfahrens negativ niederschlägt. Ein derartiges Aufheizen ist daher nicht bevorzugt. Bevorzugt ist es jedoch, die einzusetzende Luft durch Sonneneinstrahlung vor oder während Schritt (b) aufzuheizen.

Es ist günstig, möglichst trockene Luft für das Verfahren einzusetzen. Zusätzliche Trocknungsschritte schlagen sich jedoch wiederum negativ auf die Energiebilanz nieder und sind daher nicht bevorzugt. Vielmehr ist es bevorzugt, Umgebungsluft ohne weitere Vorbehandlung einzusetzen.

Die Luft wird bevorzugt mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,1 bis 100 m/s, und stärker bevorzugt mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 2 bis 50 m/s über bzw. durch das getränktes poröse Material geleitet. Die optimale Strömungsgeschwindigkeit wird bestimmt durch die Größe und Geometrie der Kontaktfläche, die Luftfeuchtigkeit und Temperatur der zugeführten Luft und durch die Temperatur der wässrigen Lösung. Sie sollte so gewählt werden, dass ein optimaler Kompromiss erzielt wird hinsichtlich einer möglichst großen Menge an Wasser, die durch die Luft aufgenommen wird, und eines möglichst niedrigen Energieverbrauches, der für die Beschleunigung der Luft erforderlich ist.

3.3 In Schritt (c) wird die mit Wasser angereicherte Luft in einen Kondensationsraum geleitet, in dem das Wasser in dem darauf folgenden Schritt (d) aus der Luft abgeschieden wird.

Eine räumliche Trennung des Kondensationsraumes von dem Ort, an dem die Schritte (a) und (b) durchgeführt werden, ist erforderlich, um eine Abkühlung der angereicherten Luft bewerkstelligen zu können, und um das salzfreie oder salzarme Wasser von dem eingesetzten Wasser trennen zu können.

Zum Auskondensieren des Wassers ist es erforderlich, die angereicherte Luft um mindestens 5°C abzukühlen. Im Kondensationsraum sollte weiterhin eine Temperatur von 5 bis 40°C vorherrschen. Geeignete Kondensationstemperaturen lassen sich durch den Fachmann bei Kenntnis des Gehalts an aufgenommenem Wasser in der Luft unschwer aus dem dem Fachmann bekannten Mollier-Diagramm entnehmen.

Zur Bestimmung des Gehalts an in der Luft aufgenommenem Wasser ist es vorteilhaft, vor dem Kondensationsraum eine Messvorrichtung zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit vorzusehen.

Das Abkühlen kann über Wärmetauscher erfolgen. Bevorzugt ist es überdies, den Kondensationsraum in der Erde zu versenken, so dass das unmittelbar angrenzende Erdreich Wärme aus dem System aufzunehmen und abzuleiten vermag.

Das Auskondensieren wird in konventionellen Kondensationsvorrichtungen durchgeführt.

3.4 Gemäß Schritt (e) wird das auskondensierte Wasser, welches einen reduzierten Salzgehalt aufweist, aufgefangen. Anschließend wird es entsprechend der beabsichtigten Verwendung des Wassers weiterverarbeitet, abgefüllt und/oder weitertransportiert. Beispielsweise ist es für die Verwendung des gewonnenen Wassers als Trinkwasser erforderlich, dieses

zu remineralisieren, indem geeignete Mengen an mineralischen Salzen im Wasser gelöst werden. Die einzusetzenden Salze sowie deren Mengen sind dem Fachmann wohlbekannt.

4. Vorrichtung

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst einen Behälter (4) zur Aufnahme des porösen Materials, einen Kondensationsraum (6), sowie eine Leitung (5), die den Behälter (4) mit dem Kondensationsraum (6) verbindet. Ein Kühlmedium wird von dem Reservoir (10) durch den Kondensationsraum (6) zu dem Rücklauf (9) geführt. Bezugszeichen (8) kennzeichnet den Luftaustritt.

4.1 Der Behälter (4) umfasst eine Einlassöffnung für die trockene Luft, eine Auslassöffnung für die mit Wasser angereicherte Luft, sowie eine Vorrichtung zur Zugabe der wässrigen Lösung zu dem in dem Behälter (4) enthaltenen porösen Material.

Die Geometrie und räumliche Anordnung des Behälters (4) ist nicht näher festgelegt. Geeignet ist beispielsweise die Verwendung eines röhrenförmigen Behälters (4), der sowohl horizontal als auch vertikal angeordnet sein kann. Bei der Wahl eines geeigneten Behälters (4) sind sowohl der apparative Aufwand und die damit einher gehenden Kosten als auch die Optimierung der verfahrensrelevanten Parameter (maximale Kontaktfläche Luft/Wasser, minimaler Druckverlust) zu berücksichtigen.

Das Material des Behälters (4) ist ebenfalls nicht näher festgelegt, wobei vorausgesetzt wird, dass das Material der salzhaltigen wässrigen Lösung gegenüber beständig ist und insbesondere nicht korrodiert.

4.2 An die Verbindung (5) von Behälter (4) und Kondensationsraum (6) ist ebenfalls lediglich die Anforderung

zu stellen, dass diese aus einem beständigen Material gefertigt ist.

4.3 Der Kondensationsraum (6) ist ebenfalls nicht näher festgelegt hinsichtlich seiner Ausgestaltung, soweit sicher gestellt ist, dass er geeignet ist, das in der Luft enthaltene Wasser auszukondensieren. Die hierbei einsetzbaren Kondensationsvorrichtungen sind oben in Abschnitt 3.3 näher beschrieben.

Eine besonders günstige Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensationsraum (6) so ausgestaltet ist, dass er unter der Erdoberfläche in direktem Kontakt mit dem angrenzenden Erdreich angeordnet werden kann, da in diesem Fall die Kondensationswärme ins angrenzende Erdreich abgeführt werden kann, und auch die Abkühlung des angereicherten Luftstroms aus Schritt (b) durch eine niedrige Umgebungstemperatur des angrenzenden Erdreichs ermöglicht bzw. erleichtert wird.

4.4 An das zum Auffangen des Wassers (7) einzusetzende Gefäß sind ebenfalls - außer der erforderlichen Beständigkeit des Materials - keine besonderen Anforderungen zu stellen.

4.5 Es kann überdies von Vorteil sein, ein Vorratsbehältnis (2) für die salzhaltige wässrige Lösung vorzusehen, welches über eine Zuführleitung und ein Regelungsventil mit der Zuführvorrichtung verbunden ist.

Soweit die Vorrichtung zum Betrieb in einem sonnenreichen Gebiet vorgesehen ist, kann es von besonderem Vorteil sein, das Vorratsbehältnis (2) sowie die Zuführleitung (3) und den Behälter (4) für das poröse Material so auszugestalten, dass durch Sonneneinstrahlung eine maximale Erwärmung des Wassers auftritt. In dieser Hinsicht sind insbesondere eine große, der Sonne zugewandte Oberfläche sowie deren dunkle Färbung vorteilhaft. Alternativ kann die Oberfläche transparent

ausgestaltet sein und die von der Sonne entferntere Oberfläche auf der anderen Seite des Wassers dunkel gefärbt sein.

4.6 Die zuzuführende Luft muss beschleunigt werden, um die angestrebten Strömungsgeschwindigkeiten in Schritt (b) zu erreichen. Hierzu eignet sich ein konventionelles Gebläse (1). Denkbar ist aber auch, die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit durch thermische Konvektionseffekte zu erzielen.

Das vorstellig beschriebene Verfahren und die entsprechende Vorrichtung sind besonders geeignet, um den Salzgehalt wässriger Lösungen, wie z.B. von Meerwasser, zu reduzieren (entsalzen), ohne dass ein hoher Energieaufwand erforderlich ist, der den Nachteil bekannter Verfahren ausmacht.

Patentansprüche

1. Verwendung eines inerten Materials mit einer spezifischen Oberfläche von 10 bis 10 000 m²/L, mit einer Porosität von 10 bis 80 %, mit Poren, von denen mindestens 50 % eine Porengröße zwischen 0,1 und 1000 µm aufweisen, mit Körnern, von denen mehr als 50 % eine Korngröße von 0,1 bis 50 mm zeigen, und mit einer Wasseraufnahmekapazität von mindestens 10 % seines Eigengewichts, zur Reduzierung des Salzgehaltes in wässrigen Lösungen.
2. Verwendung gemäß Anspruch 1, wobei die spezifische Oberfläche des Materials 250 bis 2500 m²/L beträgt.
3. Verwendung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die mindestens 80% der Poren eine Porengröße von 0,5 bis 100 µm aufweisen.
4. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, wobei mindestens 90% der Körner eine Korngröße von 0,1 bis 50 mm aufweisen.
5. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei die offene Porosität des Materials 40 bis 80 % beträgt.
6. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, wobei das inerte Material ein nichtmetallisches, anorganisches Material ist.
7. Verwendung gemäß Anspruch 6, wobei das inerte Material ein keramisches Material ist.
8. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Volumenzunahme des inerten Materials in Gegenwart von Wasser weniger als 10 % beträgt.

9. Verwendung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, wobei das inerte Material Körner mit einer unregelmäßigen Form aufweist.
10. Verfahren zur Reduzierung des Salzgehalts in wässrigen Lösungen, umfassend die Schritte
 - (a) In Kontakt bringen der salzhaltigen wässrigen Lösung mit dem in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 definierten inerten Material;
 - (b) In Kontakt bringen des inerten, mit wässriger Lösung getränkten Materials mit Luft einer Temperatur von 10 bis 80°C;
 - (c) Transportieren der angereicherten Luft aus Schritt (b) in einen Kondensationsraum, wobei die Luft auf 5 bis 40°C, jedoch um mindestens 5°C abgekühlt wird;
 - (d) Auskondensieren des in der Luft aufgenommenen Wassers im Kondensationsraum; und
 - (e) Auffangen des auskondensierten Wassers.
11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei das mit Flüssigkeit getränkte, inerte Material in Schritt (b) von Luft mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,1 bis 100 m/s durchströmt wird.
12. Verfahren gemäß Anspruch 11, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der Luft 2 bis 50 m/s beträgt.
13. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Temperatur der Luft in Schritt (b) 30 bis 60°C beträgt.
14. Vorrichtung zur Reduzierung des Salzgehalts in wässrigen Lösungen, umfassend einen Behälter (4), der geeignet ist zur Aufnahme des in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9 definierten inerten Materials, wobei der Behälter (4) mit einer Öffnung zur Zufuhr

von Luft, einer Vorrichtung zur Zugabe der wässrigen Lösung zu dem porösen Material sowie mit einer Öffnung zum Abführen der Luft (5) ausgestattet ist, und wobei die Öffnung zum Abführen der Luft mit einem Kondensationsraum (6) verbunden ist, der mit Vorrichtungen zum Auskondensieren und Auffangen des Wassers (7) ausgestattet ist.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 14, wobei für die Luftzufuhr ein Gebläse (1) vorgesehen ist.
16. Vorrichtung gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei für die Zugabe der wässrigen Lösung ein Vorratsbehälter (2) vorgesehen ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/008401

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B01J20/28 C02F1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B01J C02F B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 539 454 A (TUFO THOMAS G) 10 November 1970 (1970-11-10) column 3, line 6 – line 15 column 3, line 30 – line 32 column 5, line 39 – line 72 column 6, line 15 – line 19 column 6, line 72 – column 7, line 71 column 8, line 47 – column 9, line 1 column 10, line 33 – line 60	1-16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31 August 1995 (1995-08-31) & JP 7 108101 A (TERUSA INTERNATL KK), 25 April 1995 (1995-04-25) abstract; figure 2	1-16

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2004

Date of mailing of the International search report

22/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hilgenga, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
DE/EP2004/008401

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 44 11 049 A (NORD SYSTEMTECHNIK) 5 October 1995 (1995-10-05) the whole document -----	1-9
X	US 4 664 752 A (EGGERSTEDT PAUL ET AL) 12 May 1987 (1987-05-12) column 4, line 12 - line 52 -----	1-9
A	DE 100 22 798 A (PFLEIDERER AG) 22 November 2001 (2001-11-22) cited in the application page 3, paragraph 27 claims 1,2,5,14,15 -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008401

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 3539454	A	10-11-1970	NONE			
JP 7108101	A	25-04-1995	NONE			
DE 4411049	A	05-10-1995	DE	4411049 A1		05-10-1995
US 4664752	A	12-05-1987	NONE			
DE 10022798	A	22-11-2001	DE AT AU CA CN DE DK EG WO EP ES PT TR US ZA	10022798 A1 253024 T 6028401 A 2409601 A1 1434789 T 50100880 D1 1283820 T3 22792 A 0185644 A1 1283820 A1 2204861 T3 1283820 T 200302198 T4 2004011255 A1 200209453 A		22-11-2001 15-11-2003 20-11-2001 21-11-2002 06-08-2003 04-12-2003 02-02-2004 31-08-2003 15-11-2001 19-02-2003 01-05-2004 31-03-2004 21-01-2004 22-01-2004 20-02-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008401

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01J20/28 C02F1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B01J C02F B01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Belr. Anspruch Nr.
X	US 3 539 454 A (TUFO THOMAS G) 10. November 1970 (1970-11-10) Spalte 3, Zeile 6 – Zeile 15 Spalte 3, Zeile 30 – Zeile 32 Spalte 5, Zeile 39 – Zeile 72 Spalte 6, Zeile 15 – Zeile 19 Spalte 6, Zeile 72 – Spalte 7, Zeile 71 Spalte 8, Zeile 47 – Spalte 9, Zeile 1 Spalte 10, Zeile 33 – Zeile 60	1-16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 07, 31. August 1995 (1995-08-31) & JP 7 108101 A (TERUSA INTERNATL KK), 25. April 1995 (1995-04-25) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-16
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *'A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *'E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *'L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *'O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *'P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *'T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *'X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *'Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *'Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Dezember 2004	22/12/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaanlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Hilgenga, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008401

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 44 11 049 A (NORD SYSTEMTECHNIK) 5. Oktober 1995 (1995-10-05) das ganze Dokument	1-9
X	US 4 664 752 A (EGGERSTEDT PAUL ET AL) 12. Mai 1987 (1987-05-12) Spalte 4, Zeile 12 – Zeile 52	1-9
A	DE 100 22 798 A (PFLEIDERER AG) 22. November 2001 (2001-11-22) in der Anmeldung erwähnt Seite 3, Absatz 27 Ansprüche 1,2,5,14,15	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008401

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3539454	A 10-11-1970	KEINE	
JP 7108101	A 25-04-1995	KEINE	
DE 4411049	A 05-10-1995	DE 4411049 A1	05-10-1995
US 4664752	A 12-05-1987	KEINE	
DE 10022798	A 22-11-2001	DE 10022798 A1 AT 253024 T AU 6028401 A CA 2409601 A1 CN 1434789 T DE 50100880 D1 DK 1283820 T3 EG 22792 A WO 0185644 A1 EP 1283820 A1 ES 2204861 T3 PT 1283820 T TR 200302198 T4 US 2004011255 A1 ZA 200209453 A	22-11-2001 15-11-2003 20-11-2001 21-11-2002 06-08-2003 04-12-2003 02-02-2004 31-08-2003 15-11-2001 19-02-2003 01-05-2004 31-03-2004 21-01-2004 22-01-2004 20-02-2004